



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 433 493 A1**

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: 89123791.9

⑮ Int. Cl. 5: G21C 3/34

⑯ Anmeldetag: 22.12.89

⑰ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
26.06.91 Patentblatt 91/26

⑲ Anmelder: Siemens Aktiengesellschaft  
Wittelsbacherplatz 2  
W-8000 München 2(DE)

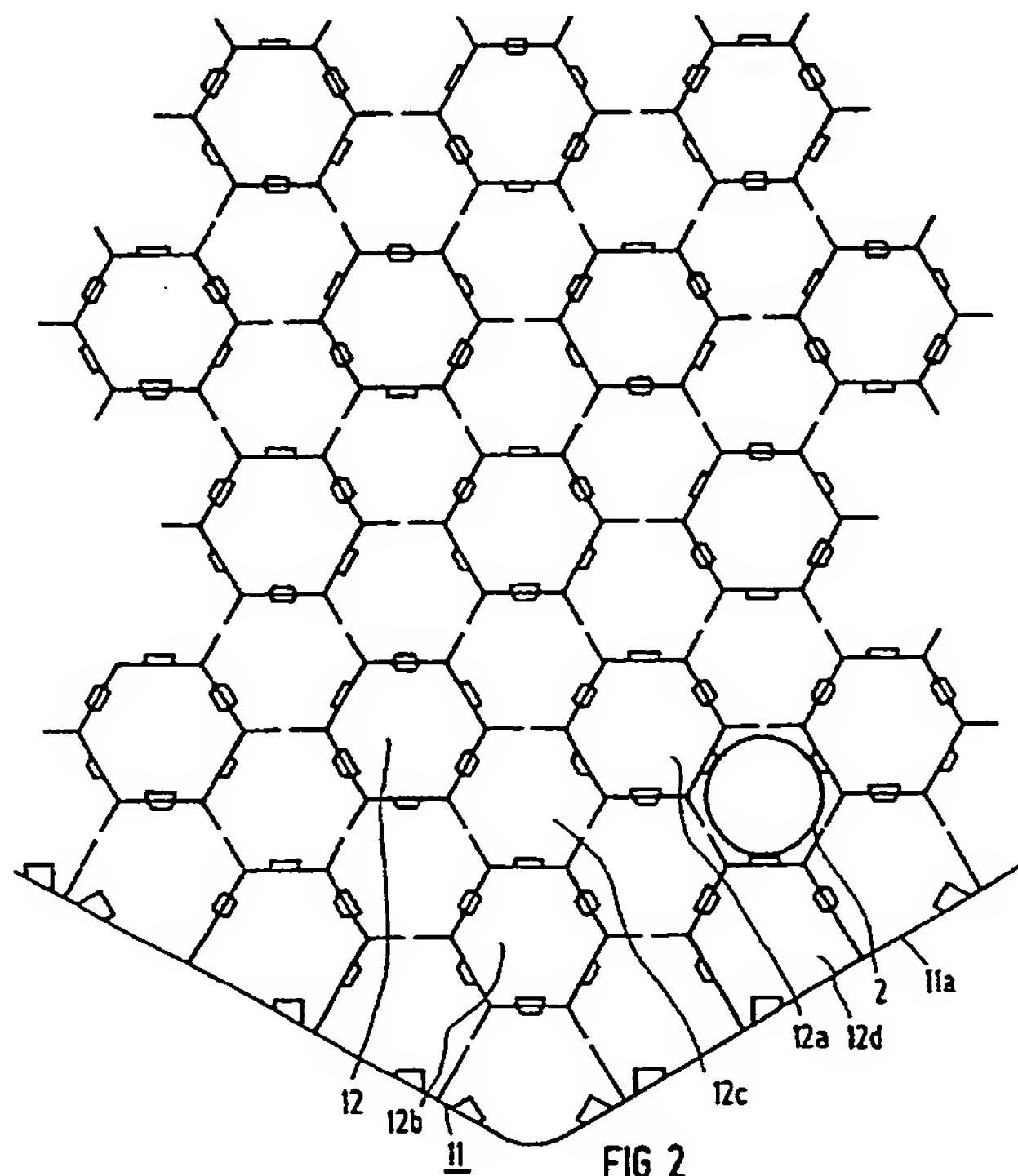
⑳ Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR

㉑ Erfinder: Matthias, Rudolf, Dipl.-Ing. (FH)  
Schlehenweg 36  
W-8521 Weisendorf(DE)

### ㉒ Kernreaktor-Brennelement mit Abstandhaltern und Verfahren zu deren Herstellung.

㉓ Durch Aneinanderreihen von prismatischen, insbesondere sechseckigen, Hülsen (12) aus Blech wird ein Gitter gebildet, dessen Maschen zur Aufnahme jeweils eines Stabes (2) dienen. Von den Hülsen (12) sind dabei Stege (13) in der Weise abgebogen, daß

beim Aneinanderreihen von Hülsen die jeweils freien Enden (13a) der Stege (13) stumpf aneinander stoßen und Wandteile von zusätzlichen Hülsen bilden, ohne daß Überlappungen entstehen. Die Stoßstellen sind durch Schweißen verbunden.



EP 0 433 493 A1

## KERNREAKTOR-BRENNELEMENT MIT ABSTANDHALTERN UND VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG

Die Erfindung bezieht sich auf ein Kernreaktor-Brennelement mit zueinander parallelen Stäben, insbesondere Kernbrennstoff enthaltenden Stäben, die durch Abstandhalter zusammengefaßt werden und in Druckwasser-, Siedewasser- und Brut-Reaktoren einsetzbar sind. Die Erfindung hat besondere Bedeutung für die Abstandshalterung von Brennstäben in fortgeschrittenen Druckwasserreaktoren, die im Vergleich zu herkömmlichen Druckwasserreaktoren einen sehr kleinen Brennstababstand haben. Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Herstellung eines Abstandhalters für das Kernreaktor-Brennelement.

Aus der E-B-0 210 526 ist ein Reaktorbrennelement bekannt, bei dem aus Hülsen zusammengesetzte Abstandhalter vorgesehen sind, welche Gittermaschen für die Aufnahme jeweils eines Stabes haben. In jedem Gitter ist zwischen zwei achteckigen Haupthülsen eine quadratische Distanzhülse angeordnet. Dabei sind an den Haupthülsen Distanzhülsenhälften in der Weise angeformt, daß beim Zusammensetzen des gitterförmigen Abstandhalters jeweils freie Enden der Schenkel der Distanzhülsenhälften der einen Haupthülse mit freien Enden von Schenkeln der Distanzhülsenhälften einer benachbarten Haupthülse aneinanderstoßen. Die Stoßstellen sind verschweißt und bilden Längsnähte, die nur einen geringen Strömungswiderstand für das von Kühlmittel durchströmte Kernreaktorkenn-element haben.

Beim fortgeschrittenen Druckwasserreaktor bereitet die Abstandshalterung der Brennstäbe wegen des im Vergleich zum herkömmlichen Druckwasserreaktor sehr kleinen Brennstababstandes und der Stabanordnung, Schwierigkeiten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Kernreaktor-Brennelement mit einem Abstandhalter und ein Verfahren zur Herstellung des Abstandhalters anzugeben, der auch bei kleinen Stababständen einen möglichst kleinen Strömungswiderstand hat und eine sichere Halterung der Stäbe, insbesondere der Brennstäbe, gewährleistet.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Kernreaktor-Brennelement mit zueinander parallelen Stäben, insbesondere Kernbrennstoff enthaltenden Stäben, und mit einem Abstandhalter, der durch Aneinanderreihen von prismatischen Hülsen ein Gitter bildet, dessen Maschen zur Aufnahme jeweils eines Stabes dienen, wobei von den Hülsen Stege in der Weise abgebogen sind, daß beim Aneinanderreihen von Hülsen die jeweils freien Enden der Stege stumpf aneinander stoßen und Wandteile von zusätzlichen Hülsen bilden, wobei die Stoßstellen durch Schweißen verbunden sind.

Auf diese Weise wird eine enge Maschenan-

ordnung ermöglicht, wobei den Strömungsquer-schnitt verengende Doppelungen (Überlappungen) in den Maschen des Abstandshalters vermieden werden. Die Hülsen des Abstandshalters können aus einem einzigen Blechstück auf Automaten mit sehr hoher Fertigungsgenaugigkeit hergestellt werden, wobei die Gitterteilung des Abstandshalters selbst durch entsprechende Montage- und Schweißvorrichtungen sehr genau eingehalten werden kann.

Für den Einsatz in fortgeschrittenen Druckwas-serreaktoren ist es günstig, wenn die Hülsen die Gestalt eines sechseckigen Prismas haben, und die Stege an den Ecken der Hülsen abgebogen sind. Dadurch wird gegenüber einem Abstandhalter, bei dem achteckige Haupthülsen und quadratische Distanzhülsen verwendet sind, eine erhebliche Vereinfachung im Aufbau und eine Herabsetzung des Strömungswiderstandes erzielt, da Distanzhülsen nicht erforderlich sind.

Zweckmäßigerweise sind die Stege an ihren freien Enden abgeschrägt. Dadurch wird die Verwendung besonders dünner Bleche für die Hülsen ermöglicht, ohne daß eine Blechdoppelung (Überlappen) zum Bilden einer haltbaren Schweißnaht vorgenommen werden muß.

Um die Strömungswiderstände weiter zu ver-ringern, ist es vorteilhaft, an mindestens einem Wandteil einer Hülse zwei parallele Einschnitte vor-zusehen die dadurch gebildeten Lamellen auszu-biegen, um eine Feder für die spielfreie Lagerung eines durch die Hülse geführten Stabes zu bilden.

Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zum Herstellen eines Abstandhalters für ein Kernreaktor-Brennelement mit zueinander parallelen Stäben, insbesondere Kernbrennstoff enthalten-den Stäben, bei dem aus Blech ein abgewickelter Mantel einer Hülse ausgestanzt wird, der mit Schlitten für Stege und parallelen Einschnitten zum Bil-den von Lamellen sowie mit Sicken versehen wird, der ausgestanzte Mantel zu einer prismaticen Hülse geformt und die Stoßstelle des geformten Hülsenmantels geschweißt oder gelötet wird, Stege und Lamellen ausgeborgen werden und eine Anzahl von Hülsen derart zu einem Abstandhalter aneinan-dergereiht werden, daß jeweils freie Enden von Stegen stumpf aneinander stoßen und Wandteile von zusätzlichen Hülsen bilden, wobei die Stege durch Schweißen oder Löten verbunden werden, und ein Gitter gebildet wird dessen Maschen zur Aufnahme jeweils eines Stabes dienen. Dieses Ver-fahren ist mit Stanz- und Biegeautomaten in einfacher Weise und kostengünstig durchführbar.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt, darin zeigen:

FIG 1 eine Ansicht eines Kernreaktor-Brennelements

FIG 2 eine Draufsicht auf einen Teil eines Abstandhalters

FIG 3 eine Hülse in Draufsicht

FIG 4 eine Abwicklung des Hülsenmantels und

FIG 5 eine Seitenansicht einer gemäß Figur 3.

In Figur 1 ist ein Brennelement 1 dargestellt, das aus Brennstäben 2 in einer sechseckigen Gitteranordnung aufgebaut ist. In einem Reaktorkern wird eine vorgegebene Anzahl von untereinander gleichen Brennelementen vorgesehen, welche in einem Reaktordruckbehälter angeordnet und in Richtung des Pfeiles K von unten nach oben von einem Kühlmittel durchströmt werden. Brennstäbe 2 jedes Brennelementes werden in einer Tragstruktur gehalten, die aus einem Brennelementkopf 3 und einem Brennelementfuß 4 und dazwischen liegenden Führungsrohren 5 für nicht gezeigte Steuerstäbe bestehen. An den Führungsrohren 5 sind Abstandhalter 6 bis 11 befestigt, welche die Brennstäbe 2 zu einem Bündel zusammenfassen und derart halten, daß sie sich frei ausdehnen können und gleiche Kühlquerschnitte vorliegen. Durch eine seitlich offene Konstruktion der Brennelemente wird eine Quervermischung des Kühlmittels ermöglicht und dessen Aufwärmung vergleichmäßigt.

Figur 2 zeigt eine Draufsicht auf einen Teil eines sechseckigen Abstandhalters 11, der durch Aneinanderreihen von prismatischen Hülsen 12 ein Gitter bildet. Die Maschen dieses Gitters dienen zur Aufnahme jeweils eines Stabes 2.

Wie in Figur 3 dargestellt ist, sind von jeder Hülse 12 Stege 13 abgebogen, welche Wandteile benachbarter Hülsen in der Weise bilden, daß beim Aneinanderreihen von Hülsen die jeweils freien Enden 13a der Stege 13 stumpf aneinander stoßen. Die Stoßstellen werden durch Schweißen verbunden (Schweißstelle 14).

Die Stege 13 sind an ihren freien Enden abgeschrägt, um ein Schweißen bei dünnen Stegen 13 zu erleichtern.

Bei der Herstellung einer Hülse wird die abgewickelte Mantelfläche der Hülse 12 aus Blech (Figur 4), z. B. aus einem Blechstreifen ausgestanzt. Dabei werden Schlitze 19 für die Stege und parallele Einschnitte 15 16 zum Bilden von Lamellen mitgestanzt. Die Lamellen werden ausgeborgen, um eine Feder 17 für die elastische spielfreie Lagerung eines in der Hülse geführten Stabes zu bilden. Dadurch daß die Feder 17 aus dem Blechteil, der den Mantel bildet, herausgearbeitet ist, wird eine gewünschte weiche Federkennlinie erreicht, ohne daß ein zusätzliches Federelement eingesetzt werden muß. Nach dem Stanzen oder unmittelbar mit dem Stanzen können Sicken 20 eingeprägt werden. Diese Sicken dienen später als

Lagerelemente für einen in der Hülse gehaltenen Brennstab.

Das ausgestanzte Teil 18 wird zu einer prismatischen Hülse geformt, wie dies die Figur 5 zeigt.

Die Stoßseiten 21a, 21b des Hülsenmantels werden zusammengeschweißt oder -gelötet. Schon vor diesem Vorgang oder danach können die Stege 13 und Lamellen ausgeborgen werden. Die Hülse wird später einem Härtungsvorgang unterzogen.

Für jeden in der Hülse zu lagernden Stab wird in der Hülse 12 mindestens eine Dreipunktlagerung vorgesehen, die aus wenigstens zwei 20 Sicken und einer Feder 17 gebildet ist. Wie aus den Figuren 4 und 5 zu sehen ist, können Schlitze 19 im Blechteil 18 in symmetrischer Ausführung an beiden Hülsenden vorgesehen sein.

Zweckmäßigerweise hat das Blechteil 18 an den Stoßseiten 21a, 21b einen Ausschnitt 22, in den beim Formen der Hülse ein zapfenartiges Blechteil 23 an der gegenüberliegenden Stoßseite unter Bildung eines Formschlusses eingreift.

Zum Herstellen eines Abstandhalters wird eine Anzahl von Hülsen zu einem Gitter zusammengefügt. Dabei werden aus den Stegen 13 angrenzender Hülsen 12 Wandteile für neue Hülsen gebildet. Beispielsweise wird, wie Figur 2 zeigt, durch Aneinanderfügen der Hülsen 12, 12a, 12b eine neue Hülse 12c durch die Stege der drei Hülsen 12, 12a, 12b gebildet. Analog wiederholt sich der Vorgang für die anderen Hülsen. Für die am Rand befindlichen Maschen des Abstandhalters werden seitlich offene Hülsen 12d mit längeren Wandteilen verwendet, die mit einem Umfassungsrahmen 11a verschweißt werden.

## Ansprüche

1. Kernreaktor Brennelement mit zueinander parallelen Stäben, insbesondere Kernbrennstoff enthaltenden Stäben, und mit einem Abstandhalter, der durch Aneinanderreihen von prismatischen Hülsen (12) ein Gitter bildet, dessen Maschen zur Aufnahme jeweils eines Stabes (2) dienen, wobei von den Hülsen (12) Stege (13) in der Weise abgebogen sind, daß beim Aneinanderreihen von Hülsen die jeweils freien Enden (13a) der Stege (13) stumpf aneinander stoßen und Wandteile von zusätzlichen Hülsen 12c bilden, wobei die Stoßstellen (14) durch Schweißen oder Löten verbunden sind.
2. Kernreaktor-Brennelement nach Anspruch 1, bei dem die Hülsen (12) die Gestalt eines sechseckigen Prismas haben und die Stege (13) an den Ecken (13b) der Hülsen (13) abgebogen sind.
3. Kernreaktor-Brennelement nach Anspruch 2, bei dem die Stege (13) an ihren freien Enden abgeschrägt sind.
4. Kernreaktor-Brennelement nach Anspruch 1, bei dem an mindestens einem Wandteil (13c) einer

Hülse zwei parallele Einschnitte (15, 16) vorgesehen sind und die dadurch gebildete Lamelle ausgebogen ist, um eine Feder (17) für die spielfreie Lagerung eines durch die Hülse geführten Stabes zu bilden.

5

5. Kernreaktor-Brennelement nach Anspruch 1 oder 4, bei dem an mindestens zwei Wandteilen der Hülse wenigstens je eine Sicke (20) als Lagerstellen für den Stab (2) vorgesehen sind.

10

6. Verfahren zum Herstellen eines Abstandhalters für ein Kernreaktor-Brennelement mit zueinander parallelen Stäben, insbesondere Kernbrennstoff enthaltenden Stäben, bei dem aus Blech ein abgewickelter Mantel einer Hülse (12) ausgestanzt wird, der mit Schlitten (19) für Stege (13) und parallelen Einschnitten (15, 16) zum Bilden von Lamellen sowie mit Sicken (20) versehen wird, der ausgestanzte Mantel (18) zu einer prismatischen Hülse geformt und die Stoßstelle des geformten Hülsmantels geschweißt oder gelötet wird, Stege und Lamellen ausgebogen werden und eine Anzahl von Hülsen derart zu einem Abstandhalter aneinander gereiht werden, daß jeweils freie Enden von Stegen stumpf aneinander stoßen und Wandteile von zusätzlichen Hülsen bilden, wobei die Stege durch Schweißen oder Löten verbunden werden, und ein Gitter gebildet wird dessen Maschen zur Aufnahme jeweils eines Stabes (2) dienen.

15

20

25

30

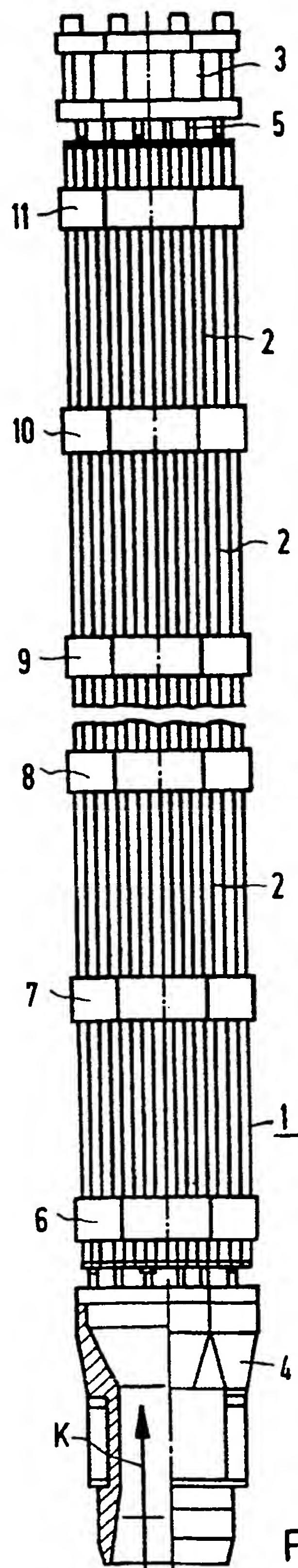
35

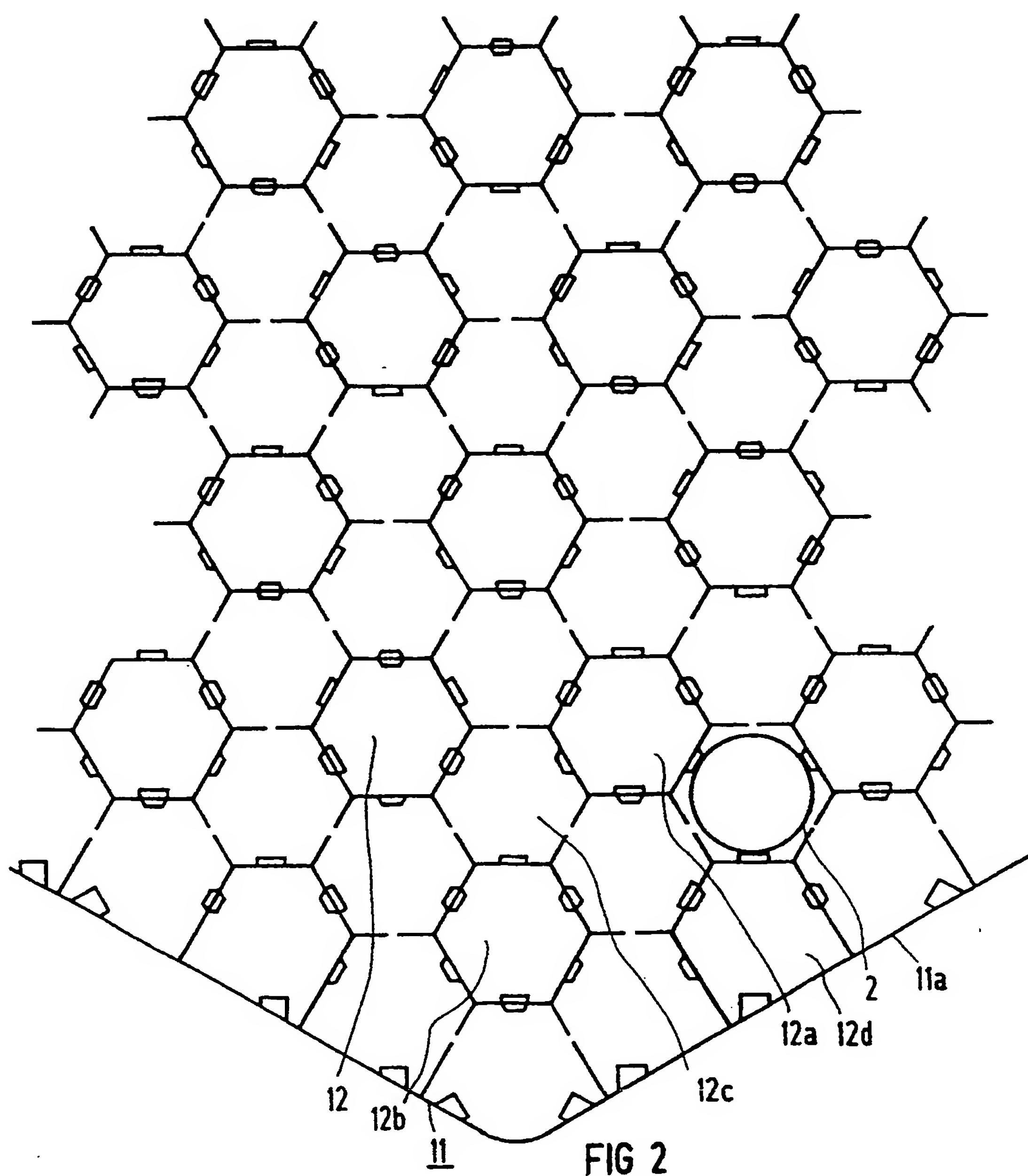
40

45

50

55





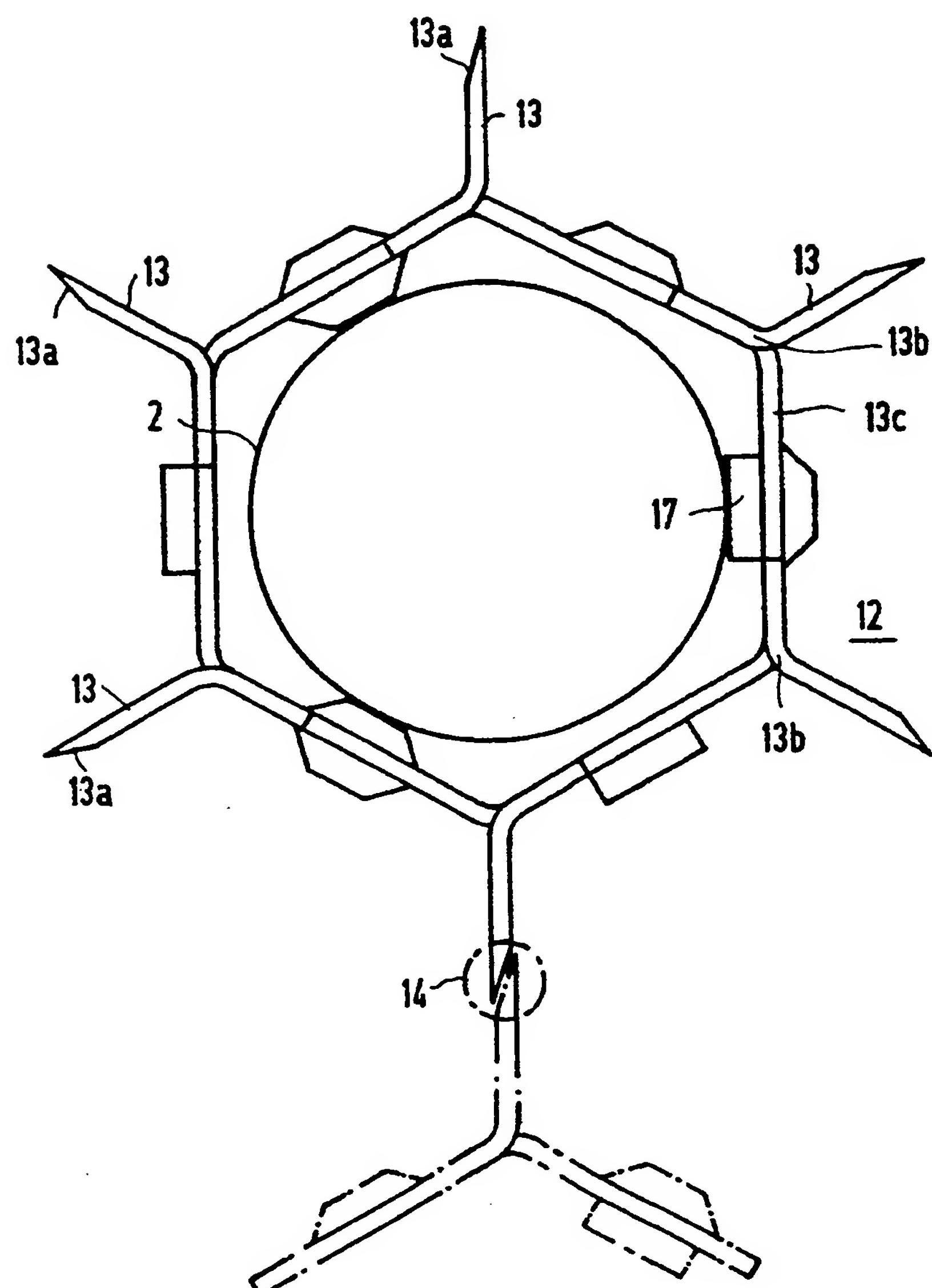
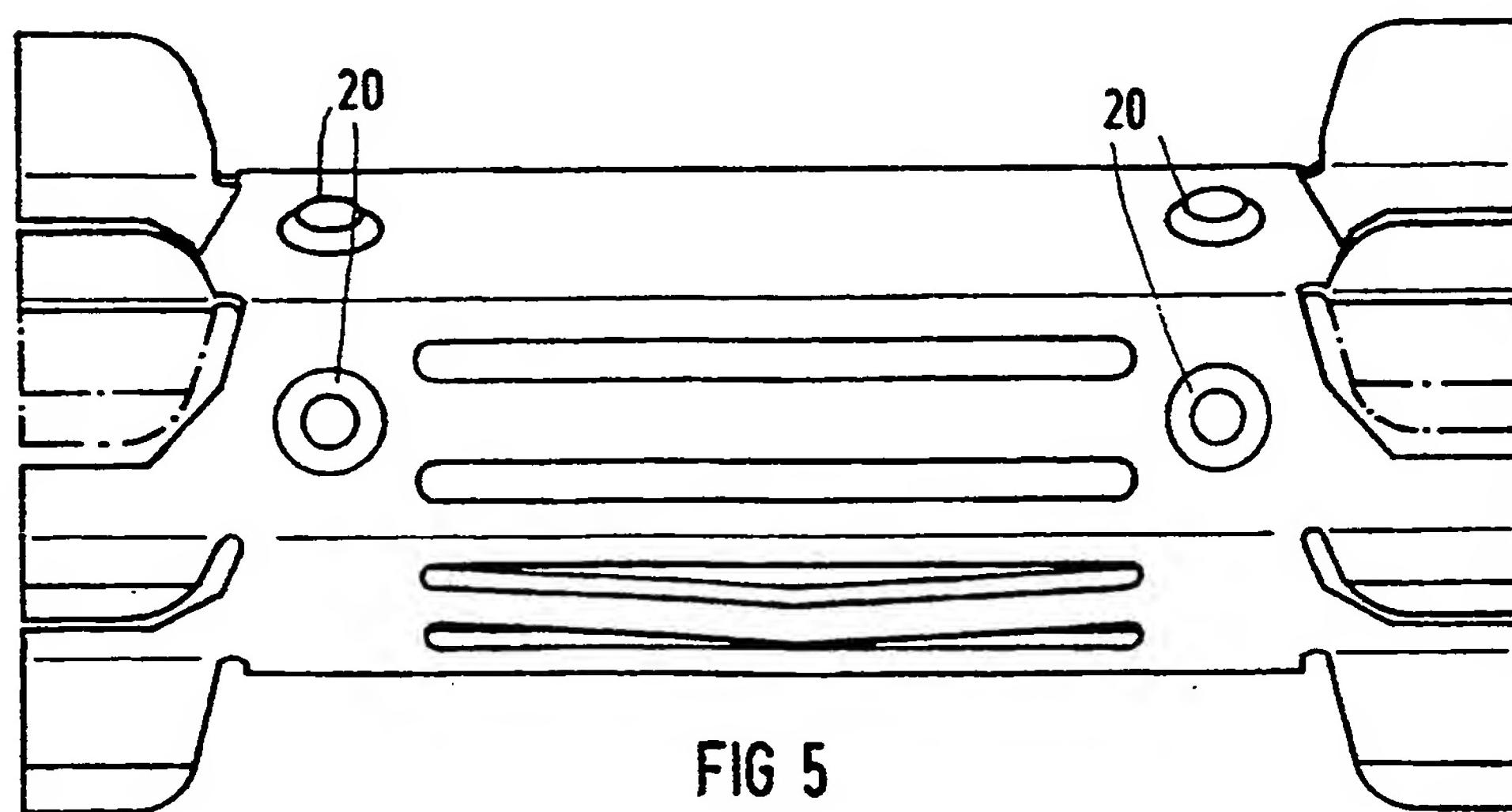
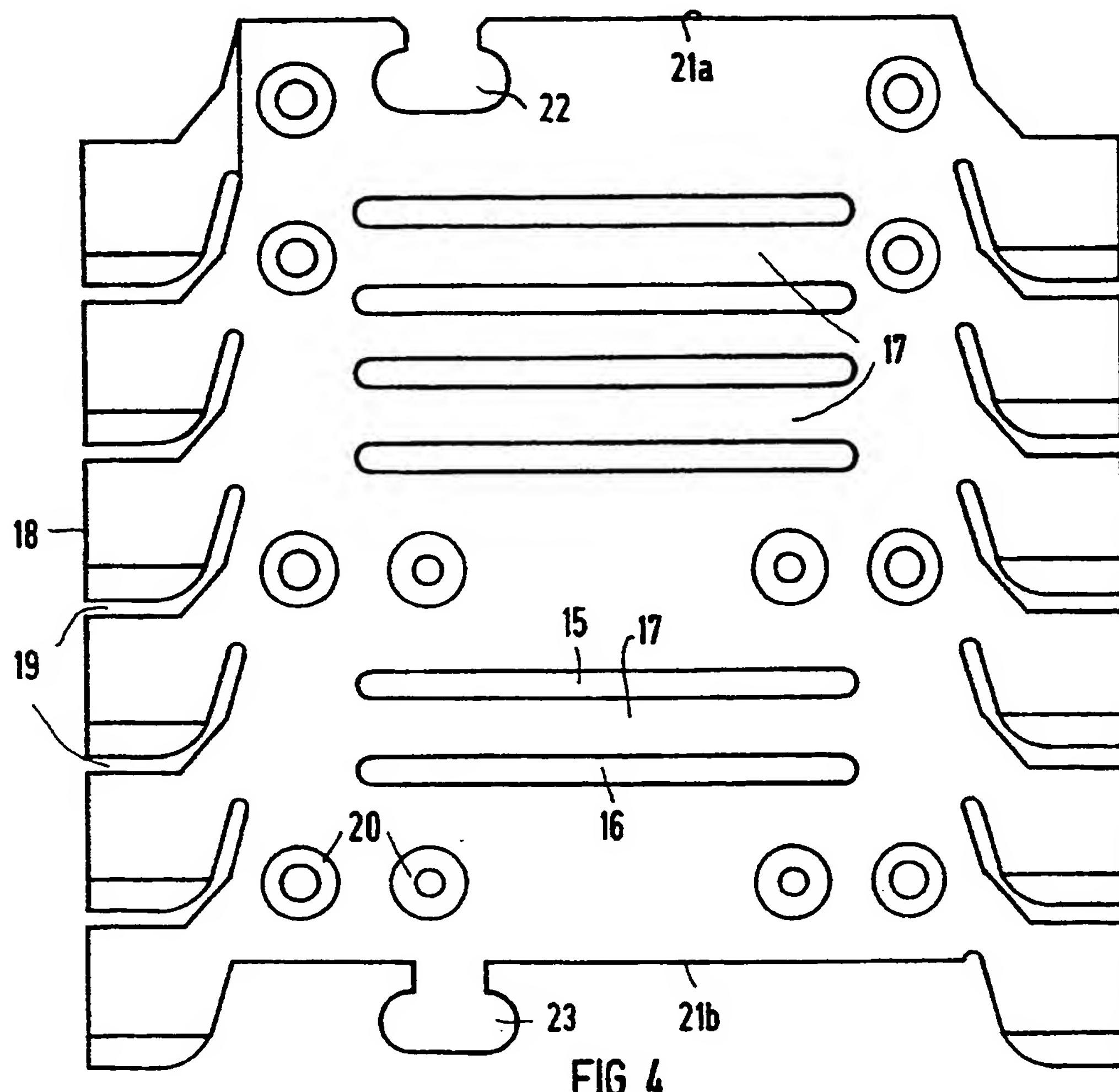


FIG 3





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 89 12 3791

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. CLS)						
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch							
A,D	EP-A-0 210 526 (KWU) * Seite 7, Absatz 2 - Seite 8, Absatz 1; Abbildungen 2-5 * ---	1,5	G 21 C 3/34						
A	DE-A-2 329 471 (REACTOR CENTRUM NEDERLAND) * Seite 8; Abbildungen 1-8 * ---	1							
A	FR-A-1 497 083 (SIEMENS) * Seite 1, rechte Spalte, Zeilen 18-23; Seite 2, linke Spalte, Zeilen 29-37; Abbildungen 1,5 * -----	1,2,4-6							
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. CLS)						
			G 21 C 3/00						
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchenort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 34%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>17-07-1990</td> <td>JANDL F.</td> </tr> </table> <p><b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b></p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>				Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	DEN HAAG	17-07-1990	JANDL F.
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
DEN HAAG	17-07-1990	JANDL F.							